



EPO-BERLIN

17-01-2004

REC'D 04 FEB 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 57 155.4  
**Anmeldetag:** 02. Dezember 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Volker Spiegel,  
Berlin/DE  
**Bezeichnung:** Aufenthaltsraum und Verfahren zum Einstellen der  
Raumatmosphäre  
**IPC:** F 24 F, A 61 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Hof

**München**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Phys. Heinz Nöth  
Dipl.-Wirt.-Ing. Rainer Fritsche  
Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Gerstl  
Dipl.-Ing. Olaf Ungerer  
Patentanwalt  
Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

**Alicante**  
European Trademark Attorney  
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

**Berlin**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Ing. Henning Christiansen  
Dipl.-Ing. Joachim von Oppen  
Dipl.-Ing. Jutta Kaden

**Pacelliallee 43/45**  
D-14195 Berlin  
Tel. +49-(0)30-841 8870  
Fax +49-(0)30-8418 8777  
Fax +49-(0)30-832 7064  
mail@eisenfuhr.com  
http://www.eisenfuhr.com

**Bremen**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Ing. Günther Eisenfuhr  
Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser  
Dr.-Ing. Werner W. Rabus  
Dipl.-Ing. Jürgen Brügge  
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt  
Dipl.-Ing. Klaus G. Göken  
Jochen Ehlers  
Dipl.-Ing. Mark Andres  
Dipl.-Chem. Dr. Uwe Stilkensböhrer  
Dipl.-Ing. Stephan Keck  
Dipl.-Ing. Johannes M. B. Wasilijeff

Rechtsanwälte  
Ulrich H. Sander  
Christian Spintig  
Sabine Richter  
Harald A. Förster

**Hamburg**  
Patentanwalt  
European Patent Attorney  
Dipl.-Phys. Frank Meier

Rechtsanwälte  
Rainer Böhm  
Nicol A. Schrömgens, LL.M.

Berlin, 2. Dezember 2002  
Unser Zeichen: LB 1106-01DE JVO/kwo/fut  
Durchwahl: 030/841 887 0

Anmelder/Inhaber: Volker Spiegel  
Amtsaktenzeichen: Neu anmeldung

Volker Spiegel,  
Streckfußstraße 44a, 13125 Berlin

---

## Aufenthaltsraum und Verfahren zum Einstellen der Raumatmosphäre

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer Raumluft in einem Aufenthaltsraum, bei dem die Raumluft kontinuierlich oder in wiederkehrenden Zeitintervallen durch Stickstoff oder ein stickstoffhaltiges, kohlendioxidarmes Gasgemisch derart ergänzt wird, dass der Sauerstoffanteil der Raumluft weniger als 20,9 % beträgt. Die Erfindung betrifft ebenso einen Aufenthaltsraum für Menschen oder Tiere, insbesondere einen Sportübungsraum, der mit Raumluft gefüllt ist, welche einen geringeren Sauerstoffpartialdruck aufweist als eine den Aufenthaltsraum umgebende Außenatmosphäre. Die Erfindung betrifft schließlich eine Raumluftanlage für einen solchen Aufenthaltsraum.

Unter Aufenthaltsraum wird im vorliegenden Fall ein Raum verstanden, in dem sich Menschen oder Tiere aufhalten können. Insbesondere wird unter einem Aufenthaltsraum auch ein Sportübungsraum verstanden.

Sportübungsräume, deren Raumlufteinen gegenüber einer den Sportübungsraum umgebenden Außenatmosphäre verringerten Sauerstoffpartialdruck aufweist, sind grundsätzlich bekannt. Ebenso sind Verfahren bekannt, wie ein solcher verringerter Sauerstoffpartialdruck in dem Aufenthaltssaum eingestellt wird.

Im einfachsten Fall wird der gesamte Luftdruck in dem Aufenthaltssaum gegenüber der Außenatmosphäre abgesenkt. Auf diese Weise stellen sich in dem Aufenthaltssaum ähnliche Druckverhältnisse ein, wie sie auch in größeren Höhenlagen herrschen. Um den Gesamtluftdruck in dem Aufenthaltssaum abzusenken, muss der Aufenthaltssaum jedoch praktisch hermetisch abgedichtet werden. Dies ist sehr aufwendig. Im Falle eines Sportübungsraumes ist der notwendige Luftaustausch nur mit erheblichem Aufwand möglich.

Daher wurden beispielsweise in der EP 0 959 862 und der EP 0 789 546 vorgeschlagen, in dem Aufenthaltssaum nicht den Gesamtdruck abzusenken, sondern den Sauerstoffpartialdruck in dem Aufenthaltssaum dadurch abzusenken, dass der Stickstoffpartialdruck erhöht wird. Es hat sich herausgestellt, dass die vorgeschlagenen Verfahren sämtlich einen hohen operativen Aufwand und einen kostspieligen Betrieb mit sich bringen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie einen Aufenthaltssaum und eine Raumlufteinlage der eingangs genannten Art anzubieten, die einen möglichst kostengünstigen Betrieb eines Aufenthaltssaums ermöglichen, dessen Raumlufteinen verringerten Sauerstoffanteil aufweist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem in dem Aufenthaltssaum wenigstens ein geringer Überdruck gegenüber einer den Aufenthaltssaum umgebenden Außenatmosphäre eingestellt wird. Der Kohlendioxidanteil der Raumlufte wird auf eine Konzentration anfänglich unter 0,04 Vol % und dann auf eine CO<sub>2</sub>-



Konzentration unterhalb festgelegter Grenzwerte, höchstens aber 1 bis 0,65 Vol% eingestellt. Das Einstellen des gewünschten Sauerstoffanteils der Raumlufte sowie des gewünschten Kohlendioxidanteils geschieht durch regelmäßiges Ergänzen der Raumlufte, vorzugsweise im Umluftbetrieb der Raumlufte.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein nur geringer Überdruck, von beispielsweise 10 bis 100 hPa einen nur sehr mäßig abgedichteten Raum erfordert und dazu führt, dass verbleibende Undichtigkeiten des Aufenthaltsraums einen ständigen Austausch der Raumlufte in dem Aufenthaltsraum dadurch herbeiführen, dass Raumlufte durch die Undichtigkeiten austritt und durch der Raumlufte zugeführte, aufbereitete Umgebungslufte aus der Außenatmosphäre ersetzt wird.

Vorzugsweise wird die Raumlufte im Umluftbetrieb geführt und im Umluftbetrieb durch das stickstoffhaltige, kohlendioxidarme Gasgemisch ergänzt. Der durch den Umluftbetrieb bewirkte Luftaustausch der Raumlufte in dem Aufenthaltsraum wird vorzugsweise so eingestellt, dass in dem Aufenthaltsraum eine homogene Atmosphäre herrscht.

Der Kohlendioxidanteil der Raumlufte wird vorzugsweise dadurch eingestellt, dass im Umluftbetrieb der Raumlufte ein Anteil der Raumlufte durch kohlendioxidarme Luft aus der Außenatmosphäre ersetzt wird. Die Luft der Außenatmosphäre besitzt dabei einen normalen Sauerstoffanteil. Der Anteil der im Umluftbetrieb ausgetauschten Raumlufte wird so eingestellt, dass die Raumlufte eine Kohlendioxidkonzentration von anfänglich weniger als 0,04 Vol % und dann eine CO<sub>2</sub>-Konzentration unterhalb festgelegter Grenzwerte verbleibt, höchstens aber 1 bis 0,65 Vol% besitzt.

Alternativ ist es möglich, den Kohlendioxidanteil der Luft auf chemischen Wege, insbesondere durch Aktivkohlefilterung zu senken.



Vorzugsweise wird die im Umluftbetrieb geführte Raumluft durch geregelte Ionisation derart behandelt, dass die Raumluft mit gegenüber der Außenatmosphäre vermindertem Sauerstoffgehalt und niedrigem Kohlendioxidgehalt über mehrere Umluftzyklen eine hohe Luftqualität beibehält. Durch die geregelte Ionisation wird insbesondere der Anteil von Kohlenwasserstoffen in der Raumluft gesenkt. In diesem Sinne wird als wesentliches Kriterium der Luftqualität der Raumluft deren Gehalt an Kohlenwasserstoff und Keimen betrachtet. Das Mischen des Gasgemisches für die Ergänzung der Raumluft erfolgt vorzugsweise bei Über- oder Unterdruck.

Das Mischen wird vorzugsweise in einer Mischkammer durchgeführt, der die zu mischenden Komponenten des Gasgemisches in Abhängigkeit der gewünschten Zusammensetzung des Gasgemisches der Mischkammer mit Über- oder Unterdruck zugeführt werden. Falls das Mischen des Gasgemisches bei Überdruck erfolgt, werden die Komponenten mit unterschiedlichem Überdruck der Mischkammer zugeführt. Falls in der Mischkammer ein Unterdruck herrscht, werden die Komponenten des Gasgemisches mit unterschiedlichem Unterdruck der Mischkammer zugeführt. Vorzugsweise sind die Komponenten des Gasgemisches zum einen Luft aus der Außenatmosphäre und zum anderen Stickstoff.

Vorzugsweise wird wenigstens eine der Eigenschaften der Umluft, wie Luftfeuchte, Lufttemperatur oder dergleichen gemessen und geregelt eingestellt.

Erfindungsgemäß wird die zuvor genannte Aufgabe auch durch einen Aufenthaltsraum der eingangs genannten Art, insbesondere einen Sportübungsraum gelöst, der so ausgebildet ist, dass er wenigstens für eine kurze Zeitdauer wenigstens einen geringen Überdruck gegenüber einer dem Aufenthaltsraum umgebenden Außenatmosphäre halten kann. Der Aufenthaltsraum ist über eine Lufteinlass- und über eine Luftauslassöffnung mit einer Raumluftanlage verbunden, die ausgebildet ist, die Raumluft in dem

Aufenthaltsraum so einzustellen, dass deren Sauerstoffpartialdruck kleiner ist als der Sauerstoffpartialdruck der Außenatmosphäre.

Vorzugsweise sind in dem Aufenthaltsraum Sensoren zum Erfassen der Sauerstoffkonzentration bzw. des Sauerstoffpartialdrucks, der Kohlendioxidkonzentration bzw. des Kohlendioxidpartialdrucks und der Luftfeuchte, Luftqualität, Ozon sowie der Lufttemperatur vorgesehen.

Eine Raumlufteinrichtung zur Lösung der zuvor genannten Aufgabe umfasst einen Umluftkanal sowie wenigstens eine Pumpe oder ein Gebläse zum Bewegen der Umluft in dem Umluftkanal. Der Umluftkanal ist über Ein- und Auslassöffnungen mit einem Aufenthaltsraum der vorgenannten Art zu verbinden. In den Umluftkanal geschaltet ist eine Mischkammer, die zum einen einen Lufteinlass und einen Luftauslass für die Umluft besitzt sowie zum anderen einen Einlass für Frischluft aus der Außenatmosphäre und einen Stickstoffeinlass für die Zufuhr von Stickstoff in die Mischkammer.

Die wesentlichen Eigenschaften und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Raumlufteinrichtung sind im folgenden zusammengefasst:

- Die einer simulierten Höhe entsprechende Sauerstoffkonzentration in Trainings- und Aufenthaltsräumen wird entsprechend der Aufgabenstellung auf vorgegebene Größen mit geringer Toleranz zeitnah gesteuert und geregelt;
- Vorgesehene Konzentrationsänderungen lassen sich zeitlich rasch und effektiv vornehmen;
- Die Kohlendioxidkonzentration in Trainings- und Aufenthaltsräumen ist stabil unterhalb festgelegter Grenzwerte mindestens aber unter 0,65 Vol % zu halten;

- Die zugeführte Gasgemischvolumenmenge kann flexibel den Erfordernissen angepasst werden;
- Die Luftqualität wird permanent aufrechterhalten;
- 5 - Die hypoxische Atmosphäre im Raum wird über die Zufuhr von zwei Komponenten – Stickstoff (Stickstoffgehalt größer als 78 Vol % maximal 100 Vol %) und Frischluft (Sauerstoffgehalt 20,9 Vol %) – erzeugt, die separat hergestellt bzw. der Außenluft entnommen und volumenstromgesteuert zugeführt werden;
- 10 - Der Stickstoff wird wahlweise von einer industriell verwendeten Luftzerlegungsanlage (mittels unterschiedlicher Verfahren) vor Ort in variabler Menge (Luftzerlegungsanlage mit angeschlossenem Puffer) erzeugt oder über Tanks bereitgestellt; Die Länge der Stickstoffleitung zwischen der Luftzerlegungsanlage und der Mischkammer kann so variiert werden, dass keine zusätzlichen Schallbelastungen im Bereich des  
15 Hypoxieraumes auftreten;
- Die erforderliche Zusammensetzung des Gasgemischs wird vor dessen Einleitung in den Raum in einer diesem vorgeschalteten Mischkammer erzeugt (siehe Figur 1);
- 20 - Die separate Erzeugung der Einzelkomponenten Stickstoff und Frischluft sowie ihre geregelte Zuführung über elektronisch gesteuerte Ventile ermöglicht durch die Abschaltung einer Komponente bei gleichzeitiger Erhöhung des Volumenstroms der anderen Komponente entweder einen raschen Anstieg der Äquivalenthöhe (Verringerung der Sauerstoffkonzentration im Raum durch alleinige Zuführung von Stickstoff) oder eine  
25 rasche Abnahme der Äquivalenthöhe (Erhöhung der Sauerstoffkonzentration durch alleinige Zugabe von Frischluft); Die Zeitspanne zur Herstellung der gewünschten Äquivalenthöhe kann dadurch gegenüber der Zuleitung eines konstanten Gasgemischs in der gewünschten

Endkonzentration auf einen Bruchteil verkürzt werden, und die Kosten für die Herstellung der Äquivalenzhöhe sinken ebenfalls beträchtlich. Die Äquivalenzhöhe ist die Höhe über dem Meeresspiegel, in der die Atemluft etwa den gleichen Sauerstoffpartialdruck aufweist, wie in dem Aufenthaltsraum.

5

- Die variable Steuerbarkeit der Teilvolumenströme und dadurch des Gesamtvolumenstroms an zugeführtem hypoxischen Gasgemisch aus der Mischkammer gestattet es, bei einer Erhöhung der Anzahl an Personen im Raum oder bei einer Intensitätserhöhung der körperlichen Belastung sofort den Gasgemischvolumenstrom zu vergrößern und damit einen Anstieg der Kohlendioxidkonzentration zu verhindern;

10

- Eine mikroelektronische Steuerung und Regelung (z.B. DDC) gestattet es, die Teilvolumenströme so zu regeln, dass Störgrößeneinflüsse unmittelbar kompensiert werden und eine konstante Sauerstoffkonzentration gewährleistet wird. Der Sauerstoffverbrauch von passiv und aktiv im Raum befindlichen Personen wird durch die entsprechende Zugabe von Frischluft ausgeglichen. Frischlufteinbrüche durch das Betreten und Verlassen des Raumes werden durch Reduzierung des Frischluftvolumenstroms gesteuert.

15

Mit Zunahme der Kohlendioxidkonzentration im Raum über den festgelegten Grenzwert wird der Gesamtvolumenstrom automatisch über die Erhöhung beider Teilkomponentenvolumenströme vergrößert. Der erhöhte Volumenstrom bewirkt einen verstärkten Luftwechsel im Raum und dadurch auch eine Verringerung der Kohlendioxidkonzentration; Der Volumenstrom wird so lange erhöht, bis sich die Kohlendioxidkonzentration wieder unterhalb der vorgegebenen Grenzwerte befindet.

20

25

- Der vorgesehene Luftwechsel (Größe des Gasgemischvolumenstroms) allein sichert noch nicht die angestrebte Luftqualität. Diese wird durch ein zusätzlich im Hypoxieraum installiertes Umluftsystem und die geregelte



Ionisation im Umluftkreislauf erreicht. In diesem System, das die im Hypoxieraum befindliche Luft über Spezialfilter und gereglten Ionisator leitet und in den Raum zurückführt, werden vorrangig Schweiß und andere Schadstoffe (Keime) eliminiert. Der Luftwechsel durch einströmendes  
5 Gasgemisch und ausströmendes Gasgemisch dient vorwiegend der Reduzierung der Kohlendioxidkonzentration;

Die Erfindung soll nun anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert werden. Die Zeichnung zeigt in:

10 Figur 1: einen Aufenthaltsraum mit daran angeschlossener Raumlufanlage zum Erzeugen und Regeln einer hyperbaren hypoxischen Atmosphäre in dem Aufenthaltsraum; und in

Figur 2: ein Schema für die Zu- und Ableitung des Gasgemisches in und aus dem Aufenthaltsraum

Die Hypoxieanlage gemäß Figur 1 umfasst folgende Bestandteile: einen  
15 Aufenthaltsraum – im folgenden Raum 1 genannt - für Aufenthalt und körperliche Aktivitäten von Menschen und/oder Tieren, einen Pufferbehälter 2, eine Mischkammer 3, eine Luftfeuchte-Bearbeitungseinheit 32, eine Temperatur-Bearbeitungseinheit 33, einen geregelten Ionisator 4, einen Partikelfilter 5, eine erste Pumpe 61, eine zweite Pumpe 62, elektronisch oder  
20 anders regelbare Durchflussventile (MFC oder andere) 71 bis 79, einen Einlass für gebrauchte Raumluf 81, einen Einlass 82 für Stickstoff, einen ersten Einlass 83 für Frischluft, einen zweiten Einlass 84 für Frischluft, einen Auslass 88 für gebrauchte Raumluf, einen Mischkammer-Auslass 89, eine Verbindungsleitung 90, einen Verteiler 91 für frisch gemischte Raumluf, einen  
25 Aufnehmer und Ableiter 92 für gebrauchte Raumluf, einen zweite Verbindungsleitung 93, einen Scrubber 12 für die chemische Elimination von Kohlendioxid, eine 100 Zentraleinheit für eine elektronische Steuerung und Regelung (DDC oder andere) und Sensoren 110 für Sauerstoff, Kohlendioxid, Wasserdampf, Temperatur, Luftdruck, Luftgüte und Ozon.

Die Begriffe Raumlufte und Atmosphäre werden im folgenden als Synonyme behandelt und betreffen die Luft in dem Raum 1 und der dazugehörigen Raumlufteanlage. Zu unterscheiden ist die dem Raum 1 umgebende Außenatmosphäre, die von Frischluft gebildet ist.

- 5 Der Betrieb der Hypoxieanlage gemäß Figur 1 verläuft wie folgt:

Die Anlage dient entweder der Herstellung einer sauerstoffreduzierten (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarmen Atmosphäre (< 0,04 Vol %) in einem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 und/oder der Regelung einer sauerstoffreduzierten (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarmen Atmosphäre (<festgelegter Grenzwert) in einem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 beim Aufenthalt mit oder ohne körperlicher Aktivität von Menschen und/oder Tieren.

Als passiver Betrieb wird die im folgenden beschriebene Herstellung einer sauerstoffreduzierten Atmosphäre bezeichnet.

- 15 Die Herstellung einer sauerstoffreduzierten (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarmen Atmosphäre (< 0,04 Vol %) in dem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1, erfolgt in einem passiven Betrieb wie folgt: Durch Öffnen der Ventile 77, 79 und 72 wird Stickstoff (Vol %  $N_2$  > 78;  $O_2$  < 20,9;  $CO_2$  < 0,04;  $H_2O$  gegen 0) über den Einlass 82 mit Hilfe der Pumpe 61 oder
- 20 durch den Eigendruck des Stickstoffs, wenn dieser aus einem Druckbehälter entnommen wird, über die Verbindung 90 und spezielle Lüftungskanäle 91, die eine gleichmäßige Vermischung des Stickstoffs mit der jeweils im Raum befindlichen Atmosphäre gewährleisten, in den geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 geleitet. Mittels der Pumpe 62 oder mit Hilfe erhöhten
- 25 Drucks im Raum 1 wird durch geregeltes Öffnen des Ventils 74 bei geschlossenem Ventil 75 über spezielle Lüftungskanäle 92, die eine gleichmäßige Absaugung der neu gemischten Raumluft gewährleisten, nur so viel Raumluft über den Ausgang 88 in die Umgebungsatmosphäre abgeleitet, dass im Raum ein Überdruck erhalten

bleibt. Dieser Prozess wird so lange aufrechterhalten, bis im Raum 1 die gewünschte sauerstoffreduzierte (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarme Atmosphäre (< 0,65 Vol %) vorliegt.

Die zur Herstellung alternative oder ergänzende Regelung einer sauerstoffreduzierten (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarmen Atmosphäre (<festgelegter Grenzwert, z.B. 1 Vol% oder 0,65 Vol%) in einem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 beim Aufenthalt und/oder körperlicher Aktivität von Menschen oder Tieren geschieht in einem aktiven Betrieb entweder in einem teilgeschlossenen Umluftsystem oder in einem geschlossenen Umluftsystem.

Zunächst wird der aktive Betrieb – die Regelung der Atmosphäre - in einem teilgeschlossenen Umluftsystem beschrieben.

Die Regelung einer sauerstoffreduzierten (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarmen Atmosphäre (<festgelegter Grenzwert, z.B. 1 Vol% oder 0,65 Vol%) in einem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 beim Aufenthalt und/oder körperlicher Aktivität von Menschen oder Tieren, geschieht im aktiver Betrieb in einem teilgeschlossenen Umluftsystems wie folgt: Der Umluftkreislauf wird komplett in Gang gesetzt. Das Ventil 75 wird geöffnet, so dass die abgesaugte Atmosphäre aus dem Raum 1 durch einen Partikelfilter 5 und einen geregelten Ionisator 4, der alle Schadstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis aus der Atmosphäre entfernt, über den Einlass 81 in die Mischkammer 3 gelangt. Wahlweise kann ein Scrubber 12, der Kohlendioxid durch chemische Bindungen aus der Atmosphäre eliminiert, in den Luftstrom zwischengeschaltet werden. Über den Einlass 82 werden Stickstoff und über den Einlass 83 Umgebungsluft, nachfolgend als Frischluft bezeichnet, die einen Partikelfilter 5 passiert, in einem Volumenverhältnis zueinander, das dem der gewünschten reduzierten Sauerstoffkonzentration im Raum 1 entspricht, in die Mischkammer geleitet. Über den Einlass 84 wird eine weitere Menge Frischluft über einen Partikelfilter 5 in die Mischkammer geleitet. Diese Menge Frischluft gleicht den Sauerstoffverbrauch der sich im

Raum 1 befindlichen Menschen oder Tiere aus. Sie steht in einem bestimmten Verhältnis zur Bewegungsintensität der sich im Raum 1 befindlichen Menschen oder Tiere und wird über die Dynamik des Sauerstoffverbrauchs im Raum 1 festgelegt und automatisch geregelt. Dabei muss die in der Frischluftmenge enthaltene Sauerstoffmenge größer als die verbrauchte Sauerstoffmenge sein. Das Volumen aus Stickstoff (Einlass 82) und Frischluft (Einlässe 83 und 84) entspricht dabei der Summe der Volumenmenge verbrauchter Atmosphäre, die vorher über den Ausgang 85 in die Umgebungsatmosphäre abgeleitet wurde und dem Volumen der Menge an verbrauchter Atmosphäre, das durch bestehende Lecks ständig bzw. durch Störungen wie dem Ein- und Ausschleusen von Personen oder Tieren in und aus dem Raum 1 aus dem Kreislauf in die Umgebungsatmosphäre entweicht. Die Volumenmenge, die an die Umgebungsatmosphäre abgeleitet bzw. durch Vermischen von Stickstoff- und Frischluft neu hergestellt wird, wird über die Dynamik der Kohlendioxidkonzentration und der festgelegten Grenzkonzentrationen von Kohlendioxid im Raum 1 festgelegt und automatisch so geregelt, dass ein Gleichgewicht (steady state) vorliegt bzw. festgelegte Grenzwerte nicht überschritten werden. Die in der Mischkammer gefertigte sauerstoffreduzierte (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarme Atmosphäre (<festgelegter Grenzwert, z.B. 1 Vol% oder 0,65 Vol%) aus aufbereiteter gebrauchter Atmosphäre und Neuanteilen von Stickstoff und Frischluft wird vor Verlassen der Mischkammer 3 climatechnisch so bearbeitet, dass die gewünschte Temperatur und Luftfeuchte im Raum 1 stabil vorliegt. Zusätzlich kann im Raum 1 eine weitere climatechnische Bearbeitung der Atmosphäre erfolgen. Von der Mischkammer wird die aufbereitete Atmosphäre durch den Auslass 89 und das Ventil 72 mit Hilfe der Pumpe 62 oder durch den Eigendruck der aufbereiteten Atmosphäre entweder über einen Pufferbehälter 2, der die aufbereitete Atmosphäre speichern kann, oder direkt über die Verbindungsleitung 90 und spezielle Lüftungskanäle 91, die eine gleichmäßige Vermischung des Stickstoffs mit der jeweils im Raum befindlichen Atmosphäre gewährleisten, in den geschlossenen oder fast geschlossenen Raum geleitet. Durch geregeltes Öffnen der Ventile 74 und 75 wird mittels der Pumpe 62 oder dem vorliegenden erhöhten Druck im Raum

über spezielle Lüftungskanäle 92, die eine gleichmäßige Fortleitung der gebrauchten Raumatmosphäre gewährleisten, so viel Raumatmosphäre über den Auslass 88 in die Umgebungsatmosphäre abgeleitet, wie es zum Einhalten der vorgegebenen Grenzwerte für die Kohlendioxidkonzentration im Raum 1 und den Erhalt eines Überdrucks im Raum erforderlich ist. Die gebrauchte Raumatmosphäre, welche um den Volumenteil, der durch den Auslass 88 an die Umgebungsatmosphäre abgeleitet wurde, reduziert ist, wird über den Partikelfilter 5 und den geregelten Ionisator 4 zur erneuten Bearbeitung in die Mischkammer geleitet wird. Optional kann die restliche gebrauchte Raumatmosphäre über einen Scrubber 12 zur zusätzlichen Eliminierung von Kohlendioxid geführt werden. Der Mischvorgang in der Mischkammer 3 kann unter geringem Überdruck, großem Überdruck oder Unterdruck erfolgen. Beim Mischen von sauerstoffreduzierter (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarmer Atmosphäre (<festgelegter Grenzwert, z.B. 1 Vol% oder 0,65 Vol%) mit geringem Überdruck werden die Komponenten gebrauchte Atmosphäre, Stickstoff und Frischluft mit einem Druck, der über dem Druck der Atmosphäre im Raum 1 liegt, in die Mischkammer gegeben und der Druck der neu gefertigten Atmosphäre über das Ventil 79 und die Zuleitungen 90 und 91 so reduziert, dass der im Raum 1 herrschende Druck konstant bleibt. Beim Mischen mit Unterdruck wird sauerstoffreduzierte (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarme Atmosphäre (<festgelegter Grenzwert, z.B. 1 Vol% oder 0,65 Vol%) diskontinuierlich erzeugt und über den Puffer kontinuierlich in den Raum 1 geleitet. Die Pumpe 61 entzieht der Mischkammer über das Ventil 79 gefertigte Atmosphäre, während die Ventile 75, 76, 77 und 78 geschlossen sind. Durch darauffolgendes geregeltes Öffnen dieser Ventile werden zeitlich und mengenmäßig differenziert die Komponenten gebrauchte Atmosphäre, Stickstoff und Frischluft geregelt in die Mischkammer geleitet und zu neuer Atmosphäre verarbeitet. Mit dem Schließen der Ventile 75, 76, 77 und 78 wiederholt sich dieser Prozess. Die Pumpe 61 fördert die gefertigte Atmosphäre in den Pufferbehälter, über den eine geregelte kontinuierliche Abgabe dieser gefertigten Atmosphäre mittels der speziellen Lüftungskanäle 91 erfolgt. Beim Mischen mit großem Überdruck wird sauerstoffreduzierte (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarme Atmosphäre

(<festgelegter Grenzwert, z.B. 1 Vol% oder 0,65 Vol%) diskontinuierlich erzeugt und über den Puffer kontinuierlich in den Raum 1 geleitet. Die Komponenten gebrauchte Atmosphäre, Stickstoff und Frischluft werden über die Einlässe 81, 82, 83 und 84 mit großem Überdruck zeitlich und mengenmäßig differenziert in die Mischkammer geleitet während das Ventil 79 geschlossen ist. Nach Schließen der Ventile 75, 76, 77 und 78 wird das Ventil 79 geöffnet. Mit dem Schließen des Ventils 79 wiederholt sich dieser Prozess. Die Pumpe 61 fördert die gefertigte Atmosphäre in den Pufferbehälter, über den eine geregelte kontinuierliche Abgabe dieser gefertigten Atmosphäre mittels der speziellen Lüftungskanäle 91 erfolgt. Die Art der Vermischung - mit geringem Überdruck, großem Überdruck oder Unterdruck - beeinflusst die Qualität der hergestellten Atmosphäre und wird in Abhängigkeit von der gewünschten Zusammensetzung der Atmosphäre im Raum 1, dem erforderlichen Volumenstrom und den vorliegenden Störgrößen bestimmt.

Nun wird der aktive Betrieb für ein geschlossenes Umluftsystem beschrieben.

Die Regelung einer sauerstoffreduzierten (<20,9 Vol %) und kohlendioxidarmen Atmosphäre (<festgelegter Grenzwert, z.B. 1 Vol% oder 0,65 Vol%) in einem geschlossenen oder fast geschlossenen Raum 1 beim Aufenthalt und/oder körperlicher Aktivität von Menschen oder Tieren, geschieht im aktiven Betrieb in einem geschlossenen Umluftsystem wie folgt: Der Umluftkreislauf wird komplett mit Hilfe der Pumpen 61 und 62 in Gang gesetzt. Das Ventil 74 wird geschlossen und das Ventil 75 wird geöffnet, so dass die abgesaugte Atmosphäre aus dem Raum 1 durch einen Partikelfilter 5 und einen geregelten Ionisator 4, der alle Schadstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis aus der Atmosphäre entfernt, über den Einlass 81 in die Mischkammer 3, die Verbindungsleitung 90 und die speziellen Lüftungskanäle 91 zurück in den Raum 1 gelangt. Wahlweise kann ein Scrubber 12, der Kohlendioxid durch chemische Bindungen aus der Atmosphäre eliminiert, in den Luftstrom zwischengeschaltet werden. Das geschlossene System kann solange betrieben werden, wie Grenzwerte der Kohlendioxidkonzentration nicht überschritten werden und die

Sauerstoffkonzentration ihre Normbereiche nicht verlässt. Diese Bedingungen sind bei sehr großen Raumvolumen gegeben. Nach Erreichen der Grenzwerte kann entweder die Atmosphäre komplett ausgetauscht werden oder das Verfahren wird auf den Betrieb eines teilgeschlossenen Umluftsystems umgestellt.

Für alle Betriebsarten werden alle Hardwarekomponenten über eine zentrale mikroelektronische Steuereinheit in Form einer DDC - Anlage gesteuert und mit Hilfe von Sensoren für die Sauerstoff-, Kohlendioxid-, Wasserdampf- und Schadstoffkonzentration sowie für die Volumenströme gebrauchte Atmosphäre, Stickstoff, Frischluft und gefertigte Atmosphäre sowie die Temperatur im Raum 1 werden auf die gewünschten Sollwerte geregelt.

Figur 2 zeigt die Be- und Entlüftung des Raums 1. Von den Bezugszeichen zeigen:

- 1 – eine Gasgemischzuleitung mit variablem Volumenstrom und schräg nach vorn gerichteten Ausströmöffnungen
- 2 – eine bodennahe Absaugung des Umluftsystems
- 3 – eine Schadstoffbeseitigungsanlage im Umluftsystem
- 4 – Ausströmöffnungen für das gereinigte und kohlendioxidangereicherte Gasgemisch
- 5 – eine Absaugleitung mit steuerbar variablem Querschnitt
- 6 – den Trainings- oder Aufenthaltsraum unter Hypoxie

Für die Zu- und Ableitung des Gasgemischs wird eine Zwangsführung vorgesehen. Die Gasgemischmenge, die entsprechend der Erfordernisse variiert, wird mit einem geringen Überdruck von der Decke aus schräg nach vorn unten (Figur 2) eingeblasen. Nachdem sie die trainierenden Personen passiert hat, wird sie von einem bodennahen Umluftsystem, welches die entstandene Mischatmosphäre von Schadstoffen säubert, angesaugt und von

den Front- und Seitenwänden zum weiteren Gebrauch wieder so in den Raum geblasen, dass eine nach hinten gerichtete Luftbewegung entsteht. An der Rückseite des Raumes wird mit einem leichten Unterdruck, der dem Überdruck beim Einblasen entspricht, die gleiche Menge Luft aktiv abgesaugt.

- 5 Die walzenförmige Luftbewegung durch den Raum gewährleistet einen besseren Abtransport des kohlendioxidbelasteten Gasgemischs als beim diffusen Austritt durch unterschiedlich vorgegebene Öffnungen. Sich flexibel der einströmenden Gasgemischmenge anpassende Absaugöffnungen (Querschnitt) für das verbrauchte Gasgemisch ermöglichen den laufenden Betrieb mit unterschiedlicher und wechselnder Personenzahl.
- 10



Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen einer Raumlufte in einem Raum, bei dem die Raumlufte kontinuierlich oder in wiederkehrenden Zeitintervallen durch Stickstoff oder ein stickstoffhaltige, kohlendioxyd armes Gasgemisch derart ergänzt wird, dass der Sauerstoffanteil der Raumlufte weniger als 20,9 Vol.% beträgt und der Kohlendioxydanteil der Raumlufte kleiner ist als 1 Vol% oder bevorzugt 0,65 Vol%, wobei in dem Raum gleichzeitig wenigstens ein geringer Überdruck gegenüber einer den Raum umgebenden Außenatmosphäre eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Raumlufte im Umluftebetrieb geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein durch den Umluftebetrieb bewirkter Luftaustausch der Raumlufte in dem Aufenthaltsraum so eingestellt wird, dass in dem Aufenthaltsraum eine homogene Atmosphäre herrscht.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kohlendioxydanteil der Raumlufte im Umluftebetrieb durch Ersetzen eines Anteils der Raumlufte durch kohlendioxydarme Luft der Außenatmosphäre mit normalem Sauerstoffanteil so ersetzt wird, wobei der Anteil der im Umluftebetrieb ausgetauschten Raumlufte so eingestellt wird, dass die Raumlufte eine Kohlendioxydkonzentration unterhalb festgelegter Grenzwerte bis 0,65 Vol% behält.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dass der Kohlendioxydanteil der Umlufte zusätzlich auf chemischem Wege, z.b. mittels Kalk gesenkt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die im Umluftebetrieb geführte Raumlufte durch geregelte Ionisation bedarfsgerecht so behandelt wird, dass die Raumlufte mit gegenüber der

Außenatmosphäre vermindertem Sauerstoffanteil und niedrigem Kohlendioxidgehalt über mehrere Umluftzyklen eine Luftqualität beibehält, die nicht wesentlich von der Qualität der Außenatmosphäre abweicht.

5 7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischen des Gasgemisches für die Ergänzung der Raumluft bei Über- oder Unterdruck erfolgt.

10 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischen des Gasgemisches in einer Mischkammer durchgeführt wird, der die zu mischenden Komponenten des Gasgemisches in Abhängigkeit des gewünschten Gasgemisches der Mischkammer mit Über- oder Unterdruck zugeführt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Gasgemisch aus Luft der Außenatmosphäre und Stickstoff gemischt wird.

15 10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Eigenschaften der Umluft wie Luftfeuchte, Lufttemperatur oder dergleichen gemessen und geregelt eingestellt wird.

20 11. Aufenthaltsraum für Menschen oder Tiere, insbesondere Sportübungsraum, der mit Raumluft gefüllt und ausgebildet ist, wenigstens für eine kurze Zeitdauer wenigstens einen geringen Überdruck gegenüber einer den Aufenthaltsraum umgebenden Außenatmosphäre zu halten, wobei der Aufenthaltsraum über eine Lufteinlass- und eine Luftauslassöffnung mit einer Raumluftanlage verbunden ist, die ausgebildet ist, die Raumluft in dem Aufenthaltsraum so einzustellen, dass deren Sauerstoffpartialdruck kleiner ist als der Sauerstoffpartialdruck der Außenatmosphäre.  
25

12. Raumluftanlage für einen Aufenthaltsraum nach Anspruch 1, mit einem Umluftkanal und einer Pumpe oder einem Gebläse zum Bewegen von

Umluft in dem Umluftkanal, gekennzeichnet durch eine in dem Umluftkanal geschaltete Mischkammer mit einem Lufteinlass und einem Luftauslass für die Umluft sowie mit einem Einlass für Umgebungsluft aus der Außenatmosphäre und einem Stickstoffeinlass für die Zufuhr von Stickstoff in die Mischkammer.

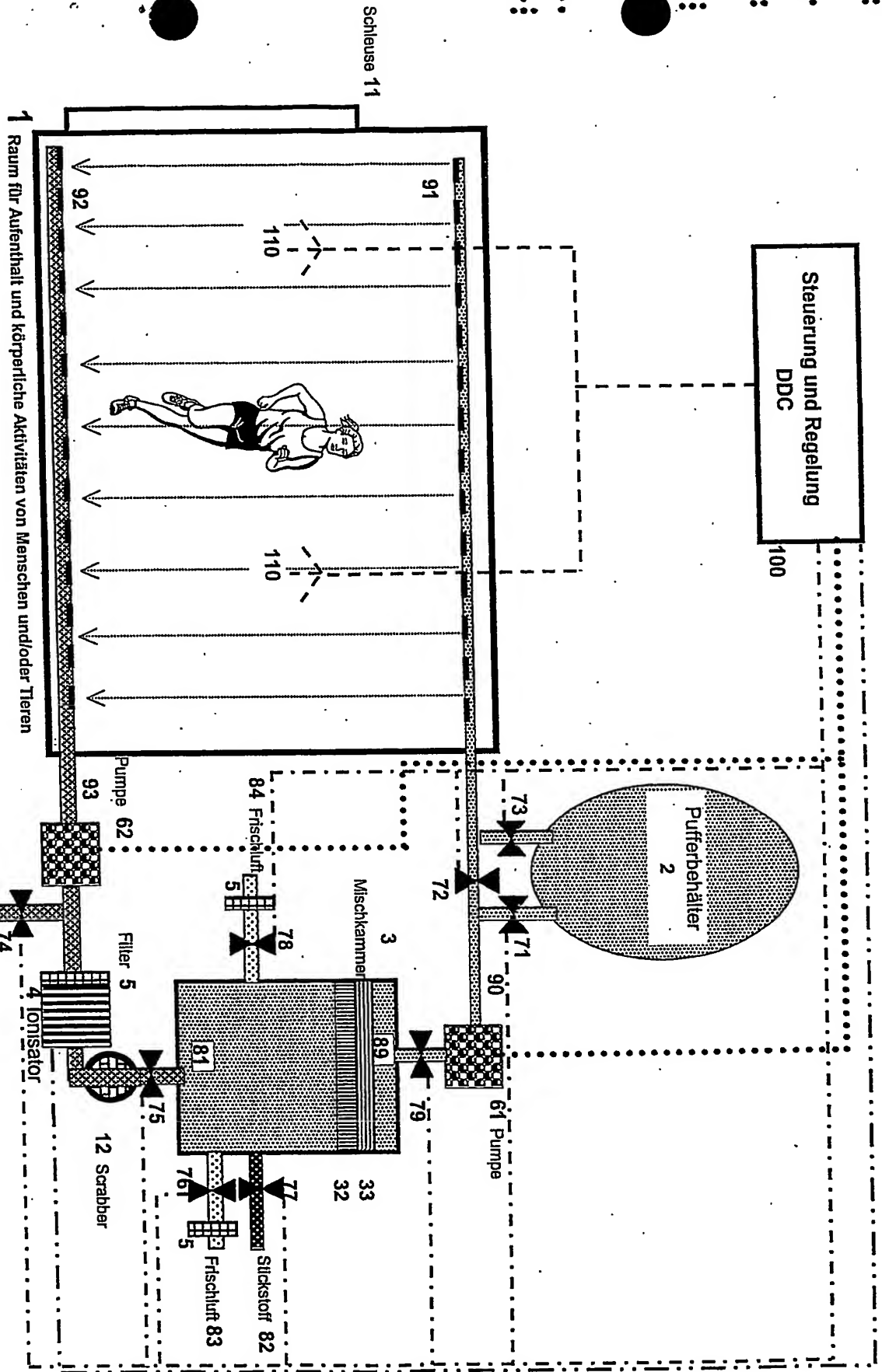
Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer Raumlufte in einem Raum, bei dem die Raumlufte kontinuierlich oder in wiederkehrenden Zeitintervallen durch Stickstoff oder ein stickstoffhaltige, kohlendioxid armes Gasgemisch derart ergänzt wird, dass der Sauerstoffanteil der Raumlufte weniger als 20,9 Vol.% beträgt und der Kohlendioxidanteil der Raumlufte kleiner ist als 0,04 Vol. %, wobei in dem Raum gleichzeitig wenigstens ein geringer Überdruck gegenüber einer den Raum umgebenden Außenatmosphäre eingestellt wird.

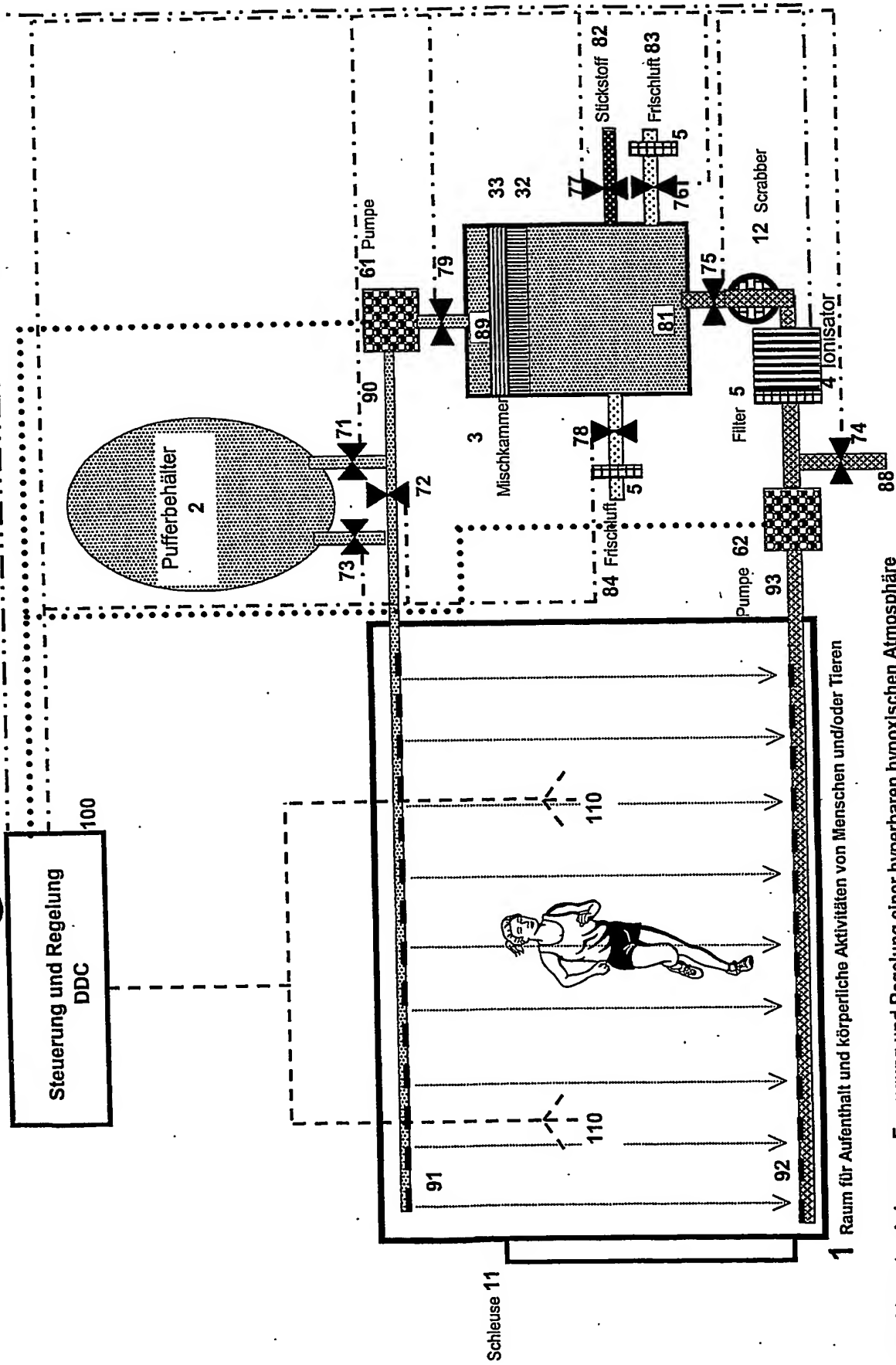
10 (Fig. 1)

8 3 0 3 8

Abbildung 1 Anlage zur Erzeugung und Regelung einer hyperbaren hypoxischen Atmosphäre

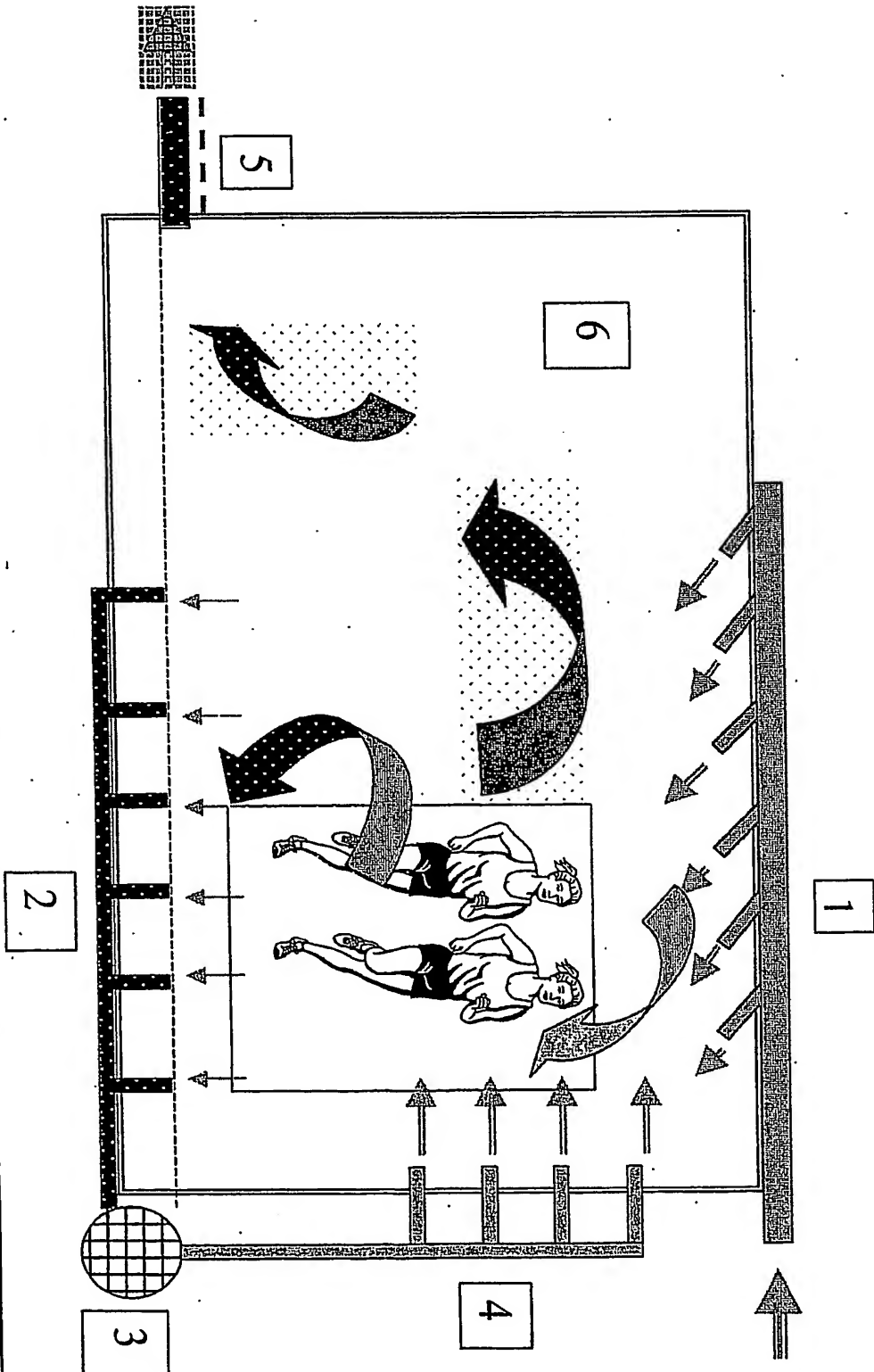


Schleuse 11



1 Raum für Aufenthalt und körperliche Aktivitäten von Menschen und/oder Tieren

Abbildung 1 Anlage zur Erzeugung und Regelung einer hyperbaren hypoxischen Atmosphäre



**Abbildung 2**  
**Schema für die Zu- und Ableitung des Gasgemischs**